



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 199 56 729 C 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
G 01 N 30/64

②1 Aktenzeichen: 199 56 729.8-52
②2 Anmeldetag: 25. 11. 1999
④3 Offenlegungstag: -
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 9. 8. 2001

DE 199 56 729 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
RECIPE Chemicals + Instruments GmbH, 80335
München, DE

⑦4 Vertreter:
Vogeser, Liedl, Alber, Dr. Strych, Müller und
Kollegen, 81369 München

⑦2 Erfinder:
Oswald, Josef, 80997 München, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 33 47 603 A1

⑤4 Elektrochemischer Detektor und diesbezügliches Auswertegerät

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Auswertegerät für die Detektion von Substanzen, welches trotz einfachem Aufbau möglichst unverfälschte Meßergebnisse erbringt und die Veränderung bzw. Ergänzung von Meßprogrammen auch online ermöglicht. Ein erfindungsgemäßer elektrochemischer Detektor mit einer Trennsäule, die eine unterschiedliche Rückhaltewirkung bezüglich der einzelnen Substanzen entfaltet, einer Meßzelle, in der wenigstens eine Referenzelektrode und eine Arbeitselektrode von der Elektrolytlösung überströmt werden und einem elektrischen Auswertegerät, welches das Potential zwischen der Arbeitselektrode und der Referenzelektrode steuert sowie den durch die Arbeitselektrode fließenden Strom als Meßsignal weiterverarbeitet, kennzeichnet sich dadurch, daß das Auswertegerät eine analoge Meßschaltung zur Erzeugung des analogen Meßsignals, eine mehrstufige, analoge Filterschaltung zur Erzeugung eines analog gefilterten Meßsignals, wenigstens einen A/D-Wandler, eine digitale Auswerteschaltung und eine Anzeigeeinheit umfaßt.

DE 199 56 729 C 1

I. Anwendungsgebiet

Die Erfindung betrifft die elektrochemische Detektion 5
von in Elektrolytlösungen enthaltenen Substanzen.

II. Technischer Hintergrund

Eine solche Detektion wird beispielsweise in medizini- 10
schen Labors eingesetzt, um das Vorhandensein bzw. den
Gehalt einer vorgegebenen Suchsubstanz, z. B. Adrenalin
oder Serotonin, in einer vorliegenden Probe einer Körper-
flüssigkeit zu bestimmen. Das Verfahren ist beispielsweise
unter dem Namen High Pressure Liquid Chromatography
(HPLC) bekannt. Bei diesem Analyseverfahren wird die
Suchsubstanz einer Trägerflüssigkeit, die von einer Pumpe
geliefert wird, zugegeben und die so entstehende Elektrolyt-
lösung über eine Trennsäule geleitet. Diese Trennsäule weist
hinsichtlich der unterschiedlichen in der Lösung enthaltenen
Suchsubstanzen auch eine jeweils unterschiedlich starke
Rückhaltewirkung auf. Am Ausgang der Säule treten daher
die einzelnen Substanzen zeitlich nacheinander auf und kön-
nen somit einzeln analysiert werden.

Zu diesem Zweck wird hinter der Trennsäule die Elektro- 15
lytlösung durch eine Meßzelle geleitet, deren Durchlaßkam-
mer so aufgebaut ist, daß die dort hindurchströmende Elek-
trolytlösung in Form einer Dünnschicht vorliegt.

In die Durchlaßkammer ragen wenigstens eine Referen-
zelektrode und eine Arbeitselektrode, meist zusätzlich auch
eine Hilfselektrode hinein, die von der Elektrolytlösung
überströmt werden.

Der Nachweis der Substanz in der Meßzelle geschieht da-
durch, daß durch das zwischen Arbeitselektrode und Referen-
zelektrode anliegende Potential den Suchsubstanzen
Elektronen zugeführt (Reduktion) oder von ihr Elektronen
entnommen (Oxidation) werden.

Durch diesen Elektronenfluß (Elektrolyse) wird ein Strom
an der Arbeitselektrode meßbar, der dem Gehalt der Such-
substanz in der Probe direkt proportional ist. Voraussetzung
dafür ist, daß das an der Arbeitselektrode gegenüber der Re-
ferenzelektrode angelegte Potential so gewählt wird, daß be-
züglich der betreffenden Suchsubstanz auch eine Oxidation
bzw. Reduktion stattfinden kann. Das an die Elektroden an-
geschlossene Auswertegerät muß daher zwei Zwecke erfül-
len: zum Einen – abhängig von der zu detektierenden Sub-
stanz – ein bestimmtes Potential zwischen Arbeitselektrode
und Referenzelektrode aufrechtzuerhalten und andererseits
den an der Arbeitselektrode meßbaren, sehr geringen Strom
(Größenordnung: 1–100 pA) als Meßsignal zu verarbeiten.

Derartige Auswertegeräte waren prinzipiell auch bisher
schon verfügbar, allerdings meist in Analogtechnik ausge-
führt.

Zwar existieren auch digitale Auswertegeräte.

Beispielsweise zeigt die DE-A-33 47 603 einen spektro- 55
photometrischen Detektor, der bereits ebenfalls einen Ana-
log-/Digitalwandler mit digitaler Auswerteschaltung um-
faßt.

Jedoch bestehen zwischen dem bekannten und dem erfin-
dungsgemäßen digitalen Auswertegerät erhebliche Unter-
schiede:

Zum einen besteht bei den bekannten Geräten der Digital-
teil aus Einchip-Mikroprozessoren, jedoch nicht einem
kompletten Motherboard eines PCs. Mithin sind zwar
grundsätzlich alle Funktionen wie Arbeitsspeicher, Prozessor,
Ein- und Ausgabeports vorhanden, jedoch ist die Verar-
beitungsgeschwindigkeit sehr viel geringer und auch der
Hauptspeicher bzw. Arbeitsspeicher bei Mikroprozessoren 65

entsprechend weniger umfangreich.

III. Darstellung der Erfindung

a) Technische Aufgabe

Es ist die Aufgabe gemäß der Erfindung, ein Auswertegerät
für die Detektion von Substanzen zu schaffen, welches
trotz einfachem Aufbau möglichst unverfälschte Meßergeb-
nisse erbringt und die Veränderung bzw. Ergänzung von
Meßprogrammen auch online ermöglicht.

b) Lösung der Aufgabe

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merk-
male der Ansprüche 1 und 2 gelöst. Vorteilhafte Ausführ-
ungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Durch Verwendung eines kompletten PC-Motherboards,
insbesondere mit einem mindestens 386er-Prozessor und
1 MB Hauptspeicher besteht erstmals die Möglichkeit, die
für unterschiedliche Suchsubstanzen benötigten Ablaufpro-
gramme in der gewünschten Anzahl, konkret etwa 200 Meß-
programme, im Speicher dieses Mikroprozessors abzuspei-
chern, wobei noch zusätzlicher Speicher für neue hinzuzufü-
gende Meßabläufe zur Verfügung steht.

Es besteht daher nicht mehr die Notwendigkeit, seltener
benötigte Programme jeweils aktuell einzuspeichern und
dann wieder aus dem Speicher zu entfernen, um Speicher-
platz zu sparen.

Darüber hinaus wurde bei dem erfindungsgemäßen Gerät
darauf geachtet, verschleißanfällige mechanische oder elek-
tromechanische Bauteile vollständig zu vermeiden. Entspre-
chend sind die einzigen mechanischen Bauteile Folienschal-
ter auf der Anzeigeeinheit. Elektromechanische oder me-
chanische Schalter, Drehregler etc. fehlen dagegen vollstän-
dig. Dadurch wird ein Gerät geschaffen, welches verschleiß-
frei arbeitet, und dennoch kostengünstig herzustellen ist.

Weiterhin unterscheidet sich das erfindungsgemäße Gerät
vom Stand der Technik dadurch, daß der innere Aufbau in
konkrete Schaltungsgruppen unterteilt ist, nämlich eine
Meßschaltung, die das angelegte Potential konstant hält, und
den gemessenen Strom in einer ersten Stufe verstärkt, einer
nachgeordneten, insbesondere mehrstufigen analogen Fil-
terschaltung auf der einen Seite sowie dem Digitalteil, be-
stehend aus der programmierten Logik (Pal) und dem PC-
Motherboard auf der anderen Seite, die über analoge Dig-
italwandler funktionell verbunden sind, jedoch mittels Opto-
Kopplern eine galvanische Trennung zwischen Analogteil
und Digitalteil aufweisen, so daß keine Signalbeeinflussung
durch Übertragung von Fremdströmen vom einen Teil in
den anderen möglich ist.

Die Stromversorgungen sind für die einzelnen Schal-
tungsteile separat angeordnet und galvanisch getrennt, um
keine gegenseitige Negativbeeinflussungen der Schaltungs-
gruppen zu bewirken.

Darüber hinaus sind trotz der digitalen Auslegung die
Vorteile analoger Filter, insbesondere nach dem Tiefpaßver-
fahren, dadurch genutzt, daß die Signalfilterung noch auf
der analogen Seite stattfindet, und erst das entsprechend ver-
stärkte, und entsprechend um den Grundstrom kompen-
sierte, Signal digitalisiert und weiterverarbeitet wird.

Des weiteren sind die programmierte Logik mit dem Mot-
herboard als auch das Motherboard mit der Anzeigeeinheit
über serielle Schnittstellen, konkret RS232-Schnittstellen,
und die aus der PC-Technik bekannten Flachbandkabel mit-
einander verbunden. Auch der digitale Ausgang ist eine sol-
che serielle Schnittstelle.

Damit ist auch das Anschließen eines externen PCs, Ein-

spielen von Programmen aus einem solchen PC, sowie die komplette Steuerung des Auswertegerätes per PC oder gar per Internet möglich.

Zusätzlich ist die Gestaltung der Anzeigeeinheit so ausgelegt, daß jeder Bildschirminhalt aufgrund ausführlicher Erklärungen selbsterklärend ist, was aufgrund der ausreichenden Darstellungsgröße (mindestens 8, insbesondere 16 Zeilen, und mindestens 20, insbesondere 40 Zeichen) des Displays möglich ist.

Funktionstasten sind dabei entlang der Höhe als auch der Breite des Displays angeordnet, so daß Auswahlmöglichkeiten, die in den entsprechenden Zeilen oder Spalten auf dem Display zu sehen sind, durch diese Funktionstasten ausgewählt werden können, ohne daß für den Benutzer Zuordnungsschwierigkeiten zwischen Taste und Funktion bestehen. Darüber hinaus weist die Anzeigeeinheit ausschließlich PC-typische Funktionstasten wie Pfeiltasten, Reset-Taste, Enter-Taste auf, entsprechend den Notwendigkeiten des verwendeten PC-Motherboards.

Die Grundstromkompensation wird dabei vorzugsweise iterativ, vorzugsweise mit parabolischer Funktion, durchgeführt, um eine exakte Nullpunkt-Annäherung zu erreichen.

Die analogen Filter sind so ausgelegt, daß Zeitkonstanten bis zu 50 Sek. bei den Messungen möglich sind. Eine weitere Besonderheit besteht darin, daß bei diesem Gerät die komplette Signalfilterung auf der analogen Seite stattfindet, während bei vergleichbaren Geräten die Filterung teilweise analog und teilweise digital stattfindet.

Eine bevorzugte Ausführungsform des Gerätes besteht in einer Bauform, bei der die Meßschaltung oder wenigstens ein Teil der Meßschaltung, nämlich die erste Verstärkung des Meßsignals und ggf. auch die Potential-Konstanthaltung aus dem Gehäuse des Gerätes in das Gehäuse der Meßzelle verlagert sind, um Signalverluste auf der Signalstrecke zwischen Meßzelle und Auswertegerät zu vermeiden.

Weiterhin bietet das Gerät die Möglichkeit, das Meßverfahren gepulst zu betreiben, so daß Arbeitselektrode und Referenzelektrode immer nur kurzzeitig mit Potential beaufschlagt werden, und entsprechend auch nur kurzzeitig ein Strom an der Arbeitselektrode fließt. Dieses gepulste Meßverfahren kann zusätzlich als gepulstes integrierendes Meßverfahren programmgemäß durchgeführt werden, wobei die gemessenen kurzzeitigen Ströme aufsummiert werden, und wahlweise auch eine Gradientenkorrektur nachgeschaltet ist.

Ebenso ist programmgemäß die Umpolung der Elektroden möglich, was insbesondere zum Verringern der Verschmutzung an den Elektroden beziehungsweise zu deren Reinigung verwendet werden kann.

c) Ausführungsbeispiele

Eine Ausführungsform gemäß der Erfindung ist im folgenden beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild des Auswertegerätes und

Fig. 2 die Anzeigeeinheit des Gerätes.

Fig. 1 zeigt den Schaltungsaufbau des Auswertegerätes: Der Meßschaltung 11 sind die Arbeitselektrode 6 und die Referenzelektrode 4, die sich innerhalb der Meßzelle 2 befinden, integriert, so daß durch diese Meßschaltung 11 das Potential zwischen diesen beiden Elektroden konstant gehalten werden kann und gleichzeitig der durch die Arbeitselektrode 6 fließende Strom gemessen und analog verstärkt werden kann.

Dieses so erhaltene analoge Meßsignal wird der mehrstufigen analogen Filterschaltung 12 zugeführt, und von dort über die Grundstromkompensation 15 über einen der A/D-Wandler 13, nämlich den Wandler 13e, dem Digitalteil 14

zugeführt. Sämtliche Verbindungen zwischen dem Analogteil und dem Digitalteil 14 sind über Opto-Koppler 18 geführt, die eine Signalverbindung, jedoch galvanische Trennung zwischen den beiden Teile bewirken.

Der Digitalteil besteht aus der programmierten Logik 19 und dem Motherboard 20, welches die üblichen Elemente, nämlich Prozessor, Arbeitsspeicher, Hauptspeicher usw. aufweist.

Der Ausgang des Motherboards 20 ist mit einer seriellen Schnittstelle 21 verbunden, welche ihrerseits sowohl mit der Anzeigeeinheit 8 als auch mit dem digitalen Ausgang 17, welcher wieder eine serielle Schnittstelle ist, verbunden ist. Zusätzlich existiert ein analoger Ausgang 16, der mit dem Digitalteil, insbesondere mit der Pal 19, wiederum über einen D/A-Wandler 13h und einen zwischengeschalteten Opto-Koppler verbunden ist.

Die Schaltungen sind im Detail wie folgt aufgebaut:

Die Meßschaltung 11 umfaßt einen I/U-Wandler 30 und eine Verstärkerschaltung 31, die an die Arbeitselektrode 6 der Meßzelle 2 gekoppelt sind. Der I/U-Wandler 30 wandelt den an der Arbeitselektrode 6 aufgenommenen Meßstrom in ein Spannungssignal um, das von dem nachgeschalteten Verstärker 31 mit geringem Verstärkungsfaktor verstärkt wird.

Die Meßschaltung 11 umfaßt ferner einen Potentiostaten 32, der dem Hilfseingang 5 der Meßzelle 2 eine möglichst konstante Spannung zuführt. Der Potentiostat 32 enthält einen Operationsverstärker IC 303, dessen invertierter Eingang mit der Referenzelektrode 4 der Meßzelle 2 verbunden ist und dessen nicht-invertierter Eingang an einem vorgegebenen Potential liegt, das Werte zwischen 0 V und 2 V annehmen kann. Die insbesondere bei einem Meßvorgang auftretenden Änderungen der Reaktionsspannung der Meßzelle 2 werden von der Referenzelektrode 4 erfasst und dem Verstärker IC 303 des Potentiostaten 32 als entsprechend geändertes Spannungssignal zugeführt, so dass an der Hilfselektrode der Meßzelle 2 eine möglichst konstante Spannung anliegt.

Mit dem Ausgang des Verstärkers 31 ist ein zweistufiger Tiefpassfilter 12 verbunden, der in dem Meßsignal vorhandene Störkomponenten, die üblicherweise große Zeitkonstanten im Bereich zwischen 0,1 und 50 sek. aufweisen, filtert. Die beiden Filterstufen sind identisch aufgebaut.

Nachfolgend wird das Meßsignal mittels einer Verstärkerschaltung grundstromkompensiert. Das Meßsignal besteht im wesentlichen aus zwei Komponenten, dem Grundstrom aus der Meßzelle 2 und einem dem Grundstrom überlagerten Nutzsignal, aus dem sich Rückschlüsse über die getestete Flüssigkeit ziehen lassen, das jedoch um einen Faktor 100 kleiner als der Grundstrom sein kann.

Zur Extraktion des Nutzsignals aus dem Meßsignal ist ein Operationsverstärker IC 9 vorgesehen, der an seinem nicht-invertierten Eingang das Meßsignal erhält und an dessen invertiertem Eingang ein dem Grundstrom entsprechendes Spannungssignal anliegt. Vor Durchführung einer eigentlichen Messung wird die an dem invertierten Eingang des Operationsverstärkers IC 9 anliegende Spannung iterativ nach einer parabolischen Funktion an den dem Grundstrom entsprechenden Spannungswert angenähert, bis der an dem nicht-invertierten Eingang anliegende Spannungswert erreicht ist. Zu diesem Zweck wird das Ausgangssignal des mehrstufigen Analogfilters 12 der programmierbaren Logik 19 über einen A/D-Wandler 13f zugeführt. Daraufhin erzeugt die programmierbare Logik 19 sequentiell Ausgangswerte, die sich dem ermittelten Grundstromwert iterativ annähern und die dem invertierten Eingang des Operationsverstärkers IC 9 über einen DA-Wandler 13d zugeführt werden. Diese iterative Grundstromkompensation hat den Vorteil,

dass weniger genau auflösende Wandler, insbesondere 16 Bit Wandler an stelle von 21 Bit Wandlern, eingesetzt werden müssen.

Das eigentliche Nutzsignal wird an einer Schnittstelle 21 (RS232) in digitaler Form bereitgestellt. Für eine analoge Weiterverarbeitung ist ein analoger Ausgang 16 vorgesehen.

Die Anzeigeeinheit 8 umfaßt das Display 8' sowie mehrere Folientasten 9. Der konkrete Aufbau der Anzeigeeinheit ist in Fig. 2 dargestellt. Dabei sind die Folientasten zu unterscheiden hinsichtlich der Folientasten 9a bzw. 9b, die entlang der Höhe und entlang der Breite des Displays angeordnet sind, und den entsprechenden Zeilen- bzw. Spaltenbereichen des Displays 8' räumlich zugeordnet sind auf der einen Seite, und den keiner Position auf dem Display 8' zugeordneten anderen Tasten.

Dies sind die typischen PC-Funktionstasten, nämlich die Enteraste 9d, die Escapetaste 9e sowie weitere Funktionstasten 9c, beispielsweise Pfeilrichtungstasten, Ein-/Aushalter etc. Diese sind auch räumlich vom Display gegenüber den Displaytasten 9a, 9b so getrennt, daß keine versehentliche Zuordnung zu den Anzeigen auf dem Display möglich ist.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Auswertegerät
- 2 Meßzelle
- 4 Referenz-Elektrode
- 5 Hilfs-Elektrode
- 6 Arbeits-Elektrode
- 8 Anzeigeeinheit & Display
- 9 Folientasten
- 11 analoge Meßschaltung
- 12 analoge Filterschaltung
- 13a-h A/D-Wandler bzw. D/A-Wandler
- 14 digitale Auswerteschaltung
- 15 Grundstrom-KompensationsSchaltung
- 16 analoger Ausgang
- 17 digitaler Ausgang
- 18 Opto-Koppler
- 19 Pal
- 20 PC-Motherboard
- 21 erste serielle Schnittstelle
- 30 I/U-Wandler
- 31 Verstärker
- 32 Potentiostat

Patentansprüche

1. Elektrochemischer Detektor zur Detektion von in Elektrolytlösungen enthaltenen, unterschiedlichen Substanzen, mit
 - einer Trennsäule, die eine unterschiedliche Rückhaltewirkung bezüglich der einzelnen Substanzen entfaltet,
 - einer Meßzelle (2), in der wenigstens eine Referenzelektrode (4) und eine Arbeitselektrode (6) von der Elektrolytlösung überströmt werden und
 - einem elektrischen Auswertegerät, welches das Potential zwischen der Arbeitselektrode (6) und der Referenzelektrode (4) steuert sowie den durch die Arbeitselektrode (6) fließenden Strom als Meßsignal weiterverarbeitet,
- dadurch gekennzeichnet, daß das Auswertegerät
 - eine analoge Meßschaltung (11) zur Erzeugung des analogen Meßsignals,
 - eine mehrstufige, analoge Filterschaltung (12) zur Erzeugung eines analog gefilterten Meß-

gnals,

- wenigstens einen A/D-Wandler (13a, b . . .),
- eine digitale Auswerteschaltung (14) und
- eine Anzeigeeinheit (8)

umfaßt.

2. Elektrisches Auswertegerät für die elektrochemische Detektion von in Elektrolytlösungen enthaltenen, unterschiedlichen Substanzen und insbesondere die Konstanthaltung des zwischen einer Arbeitselektrode (6) und einer Referenzelektrode (4), die in einer Meßzelle (2) von der Elektrolytlösung überströmt werden, anliegenden Potentials sowie der Weiterverarbeitung als Meßsignal des durch die Arbeitselektrode (6) fließenden Stromes, dadurch gekennzeichnet, daß

- eine analoge Meßschaltung (11) zur Erzeugung des analogen Meßsignals,
- eine mehrstufige, analoge Filterschaltung (12) zur Erzeugung eines analog gefilterten Meßsignals,
- wenigstens ein A/D-Wandler (13a, b . . .),
- eine digitale Auswerteschaltung (14) und
- eine Anzeigeeinheit (8)

vorhanden ist.

3. Detektor oder Auswertegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine wenigstens einstufige Verstärkerschaltung (31) in der Meßschaltung (11) vor der Filterungsschaltung (12) vorhanden ist.

4. Detektor oder Auswertegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als mechanisch bewegliche Bauteile ausschließlich Folientasten in der Anzeigeeinheit (8) vorhanden sind.

5. Detektor oder Auswertegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die analoge Filterschaltung (12) eine vor der A/D-Wandlung (13) angeordnete analoge Grundstrom-Kompensationsschaltung (15), umfaßt.

6. Detektor oder Auswertegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem wenigstens die analoge Meßschaltung (11), die analoge Filterschaltung (12) und die A/D-Wandler (13a, b) umfassenden Analogteil und dem wenigstens die digitale Auswerteschaltung (14) umfassenden Digitalteil Opto-Koppler (18) angeordnet sind, so daß Analogteil und Digitalteil vollständig galvanisch voneinander getrennt sind.

7. Detektor oder Auswertegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (14) eine programmierbare Logik (Pal 19) umfaßt, die in Form eines Mikrochips die Logikschaltungen in softwareprogrammierbarer Form enthält.

8. Detektor oder Auswertegerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Logik der Pal (19) ein komplettes PC-Motherboard (20) umfaßt, in dessen Hauptspeicher die Programme für die einzelnen durchführbaren Meßprogramme softwaremäßig abgespeichert sind.

9. Detektor oder Auswertegerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das PC-Motherboard (20) mit der Anzeigeeinheit (8) über eine erste serielle PC-Schnittstelle (21) mittels bekannter Flachbandkabel und -stecker, verbunden ist.

10. Detektor oder Auswertegerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die erste serielle PC-Schnittstelle (21) mit einem digitalen Ausgang (17) in Form einer weiteren seriellen PC-Schnittstelle wiederum mittels Flachbandkabeln, verbunden ist.

11. Detektor oder Auswertegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein zusätzlicher analoger Ausgang (16) vorhanden ist.
12. Detektor oder Auswertegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschaltung (11) räumlich direkt an oder in der Meßzelle (2) angeordnet ist. 5
13. Detektor oder Auswertegerät nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundstrom-Kompensationsschaltung (15) iterativ mit parabolischer Annäherung zur Erzielung eines exakten Nullwertes ausgebildet ist. 10
14. Detektor oder Auswertegerät nach einem der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Analogteil, der analoge Ausgang (16) und/oder der Digitalteil mit jeweils separaten Stromversorgungen ausgestattet sind, die zur Vermeidung von Fremdstromeinflüssen galvanisch voneinander getrennt sind. 15
15. Detektor oder Auswertegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die analoge Filterschaltung (12) mindestens Tiefpaßfilter dritter Ordnung aufweist. 20
16. Detektor oder Auswertegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die analoge Filterschaltung (12) mindestens Tiefpaßfilter sechster Ordnung aufweist. 25
17. Detektor oder Auswertegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die möglichen Bildschirminhalte in einem Display (8') der Anzeigeeinheit (8) jeweils selbsterklärend mittels erläuterndem Text gehalten sind. 30
18. Detektor oder Auswertegerät nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß entlang sowohl der Höhe als auch der Breite des rechteckigen Displays (8') der Anzeigeeinheit (8) Folientasten (9a, b' . . .) angeordnet sind, die entsprechenden Zeilen und Spalten auf dem Display (8') entsprechen und die dort angezeigten Funktionen bzw. Auswahlmöglichkeiten ansteuern. 35
19. Detektor oder Auswertegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Display (8') mindestens acht Zeilen in der Höhe und mindestens zwanzig Zeichen in der Breite darstellen kann. 40
20. Detektor oder Auswertegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine programmgemäße Umpolung zur Reinigung der Arbeitselektrode (6) und der Referenzelektrode (4) von plus auf minus und umgekehrt durchführbar ist. 45

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

- Leerseite -

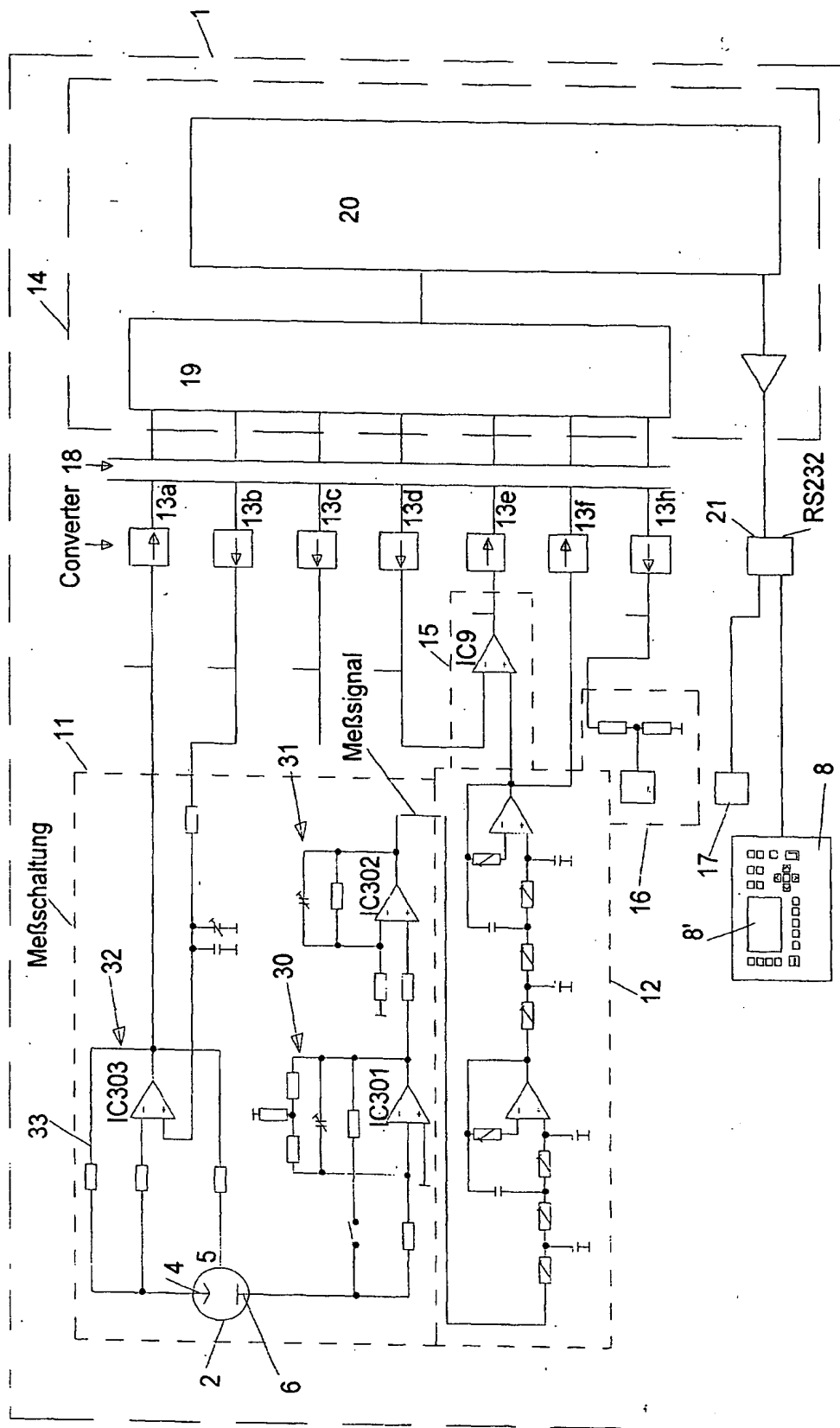


Fig. 1

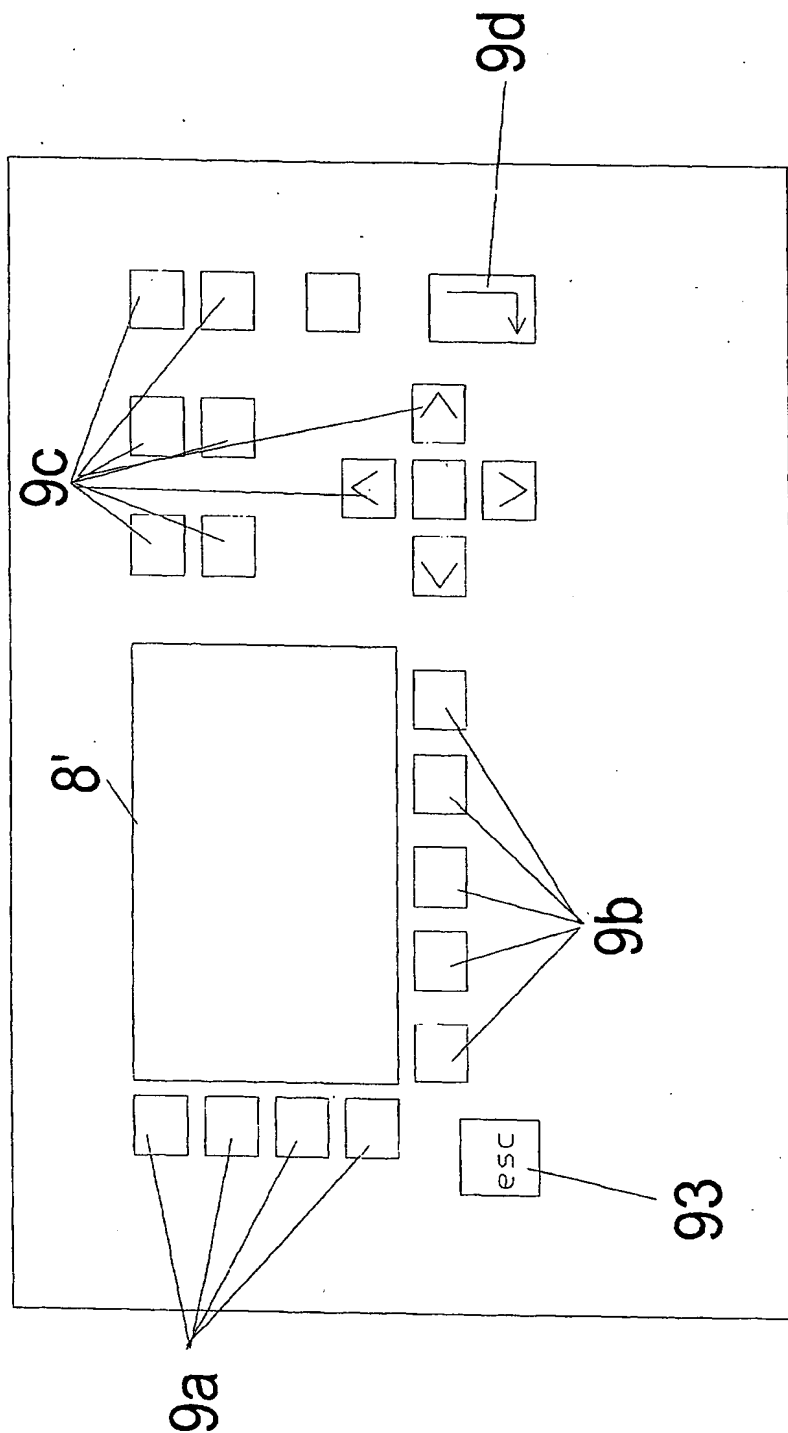


Fig. 2